

[illegible]

執行期間：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

1

微積分學習之多元化輔助教材的研發與評量之研究

子計畫二：教學評量的研究 (II)

計畫編號：NSC 90-2521-S-032-003-

執行期限：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

主持人：	王健華	淡江大學教育科技學系
計畫參與人員：	林弘德	台灣大學資訊工程學系
	朱建豪	淡江大學數學系
	陳永樑	淡江大學數學系

一、中文摘要

本研究為配合總計畫多元教學教材之發展第二年計畫，繼續第一年所規畫之發展架構，依據已決定之適性測驗模式，發展網路適性測驗平台。計畫年度內，陸續將本研究其他子計畫所發展出之單元測驗題納入本測驗系統。此網路適性測驗系統主要目的為幫助教師即時了解學生學習狀況，並不完全取代傳統紙筆測驗。

在適性測驗模型方面，前一年之計畫已決定採用 SPRT (Sequential Probability Ratio Test) 模式、其優點為運算複雜度較低，且此模式假設全體題目同一難度，因此單一試題不需經由 200-500 人之測試始能決定其難易度、鑑別度等限制因素。

有關此網路適性測驗之平台，係專為本研究而設計。所有 SPRT 之變項，包括 master and nonmastery levels，以及 α 與 β levels 均可以依需要更改。

在題庫建立方面，本研究所建制之網路平台系統維護需求極低，執行測驗只需將題目按格式自行輸入，一般教師均可操作。測驗可隨時、隨處舉行。測驗結果以及相關資料均自動記錄，並可直接下載至 Excel 或 SPSS 等軟體進行統計分析。由於使用簡便，除本研究外，亦可推廣至中小學，作為班級測驗使用，因此極具實用價值。

關鍵詞：適性測驗、SPRT (Sequential Probability Test)、受測態度

Abstract

This study links tightly with the main project, continually developing adaptive testing models in helping formatively evaluate students' achievements during the learning process. Items from various units were developed and put in this testing system. The system is not designed to replace the traditional paper-pencil tests.

SPRT (Sequential Probability Ratio Test) has been selected for the project last year. This model takes advantage of its simplicity. It assumes equal difficulty on all items, therefore avoids of having 200-500 pilot examinees to acquire item parameters, such as difficulty level, discriminatory factors.

This web-based platform of adaptive testing model needs only a little maintenance. All need to do are to input adequate mastery and nonmastery levels, α and β levels, and place test items to assigned computer file folders with correct format. Test results and related information are recorded and easy to be retrieved by popular packages such as Excel or SPSS. This web-based platform is also appropriate for school teachers using in formative class evaluations, due to its characteristic of convenience.

Keywords: adaptive testing, SPRT (Sequential Probability Test), test attitude

二、緣由與目的

本研究之總計畫旨在利用多元化教學方式，改變傳統完全由教師講授之微積分

教學法，以期能提高學習興趣與教學成效。本研究配合總計畫之發展，以多元化測驗評量為方向，於上年度計畫中即決定發展網路適性測驗模式，主要作為形成性評量之用，如此可大幅減輕大學基礎微積分教學教師在教學過程中，為了解學生學習狀況而需不斷出題、改卷、以及分數登記等繁複之工作，學生亦可直接經由電腦判別個別單元精熟與否。雖然發展之適性測驗模式需使用測驗題，成績之判別亦僅有「通過」與「不通過」之分，但此模式在整體教學過程中，並非唯一之方式，而是多元化測驗中之一個環節，主要用於形成性評鑑學生單元學習成效，作為教師即時改進教學，同時也作為學生自我了解學習狀況的工具。各班任課教師，仍有充分出題考試以作為總結性成就評量之用。

適性測驗模式經比較分析，已選定 SPRT(Sequential Probability Ratio Test)模式作為機制。測驗在機制判定通過與不通過之同時，測驗即行終止。SPRT 模式沒有複雜的計算，然研究顯示，當受測者能力分布並未集中在精熟程度的臨界點 (mastery cut-off) 上時，SPRT 模式的測量準確度是可以信賴的(Frick et al., 1989)。

本研究並決定自行發展以 SPRT 為機制的測驗平台。國內目前數種遠距教學平台，例如資策會發展之 Idea 平台，均有提供線上測驗之功能，但套裝軟體並無法大幅修改原始碼加入 SPRT 適性判斷機制。故而本研究自行發展適合之平台，設計理念以及使用方法於「結果與討論」一節再與詳述。

綜上所述，本計畫第二年發展之重點在於 SPRT 網路適性測驗平台之建制，其優點如下：

1. 教師可以此單元適性測驗作為改進教學或補救教學之參考
2. 學生可以此單元適性測驗作為自我評量之用
3. 考題由題庫隨機選取，SPRT 機制在通過與不通過判定後即行終止測驗，每位考生經歷過程不同，測驗長度亦不同。

4. 可以不必限時限地舉行測驗，節省隨堂測驗時間。
5. 題庫可以課本章節分類，各子類別可以單獨或合併，測驗範圍可以自行選定。
6. 答題模式可選擇採用 SPRT 即時評估並終止考試，亦可選擇答完全部試題以傳統方式評分。

三、結果與討論

本年度執行要點在於

1. 適性測驗網頁之開發
2. 題庫題目之編寫

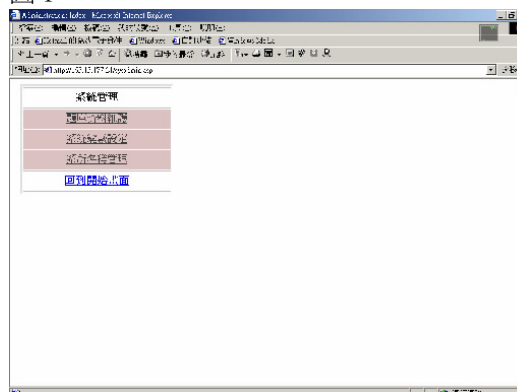
測驗網頁開發

在網頁開發方面，以自行架設之網站運作，網址為 <http://163.13.177.21/>。網頁以 ASP 語言撰寫，題庫與答題資料庫則以 ACCESS 軟體管理。

考生之答題資料記錄包括：學號、系級、性別、開始以及終止時間、答對及答錯題數、測驗結果、以及 SPRT 運作參數。其中測驗結果分為通過、不通過、以及未能判定等三種；SPRT 運作參數則為 α 與 β 值、以及決定測驗終止之 upper 與 lower bound。

整個測驗系統之管理方式極為簡易，分為題庫資料維護、系統變數設定、以及系所名稱管理三大部份（參見圖 1）。

圖 1



1. 題庫資料維護各子題庫之數目與內容均可隨時加減與更新，程式會自動挑選 format 正確之題目依序編排，管理人員只須於檢查無誤後存檔即可（參見圖 2）

[illegible]

圖 3

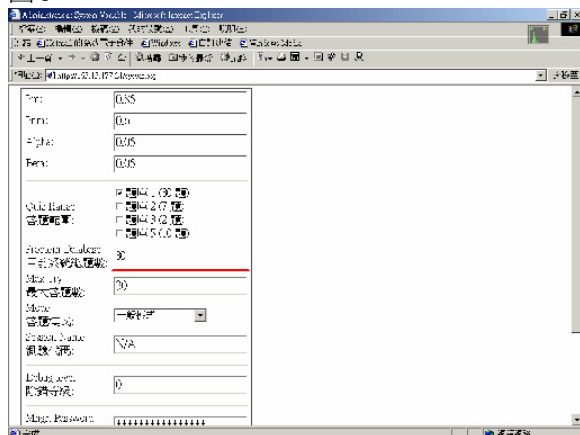
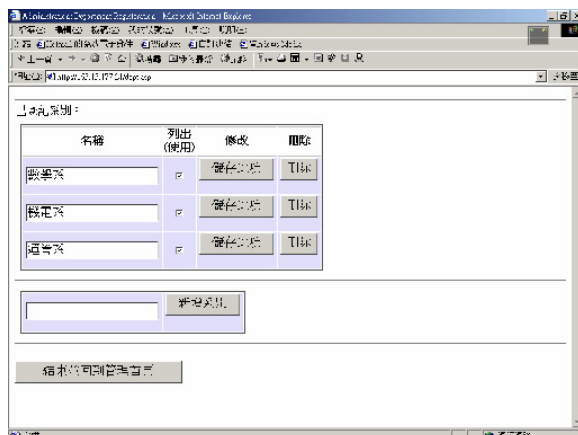


圖 4



題庫題目之編寫

系統初步測試結果分析

表 1：參與科系

數學系	機電系	運管系	Total
38	68	55	161

平均答題數	通過	不通過	未確定
18	42	78	41

經過初步測試，系統（包括 server、網路測驗平台、題庫以及答題資料庫）均運作正常，唯以下二點仍有改進空間：

4

2. 再以真實學號輸入作答，以求得通過。此部份可由先行輸入學號進行比對或增加題庫數目改進。
3. 未確定人數過多。因程式限定最大答題數為 30 題，做完 30 題系統仍未能確定者亦終止測驗，此部份原係考慮不要讓學生做過多之題目，然過多之未確定結果降低此系統之效用。改善之方法為增加最大答題數或修改 upper 以及 lower bound 之臨界值。

四、研究成果

本計畫最重要之成果為：

- (1) 突破大學基礎數學教學成就評量均需以紙筆、定時、定點進行的傳統，首度以即時評量之網路化適性測驗為輔助評量工具。計畫第一階段已完成適性測驗模式之雛型，並經過電腦模擬，證實其運作完全符合模式之運算法則 (algorithm)。本階段正式建制網路測驗平台，做實際運作之測試。此為國內之創舉。
- (2) 此測驗系統適用於學習過程中之形成性評量，以往大學微積分教學均以傳統紙筆測驗評定分數高低，十分耗時耗力，但在學習過程中學生對個別單元的精熟與否卻鮮有評估工具。本系統提供教師與學生一種了解微積分學習狀況之有效而省時的工具。
- (3) 本測驗系統除可以 SPRT 作精熟判別之外，亦可採傳統方式，學生將題庫中題目全部答完，依答對總題數計算分數。
- (4) 利用此一模式之測驗，不需大量樣本以測定題目之參數，沒有繁複的運算法則，適於中小規模之測驗。而大學微積分之教學成就評量通常即為中小規模

之測驗。因此本測驗系統亦可作為其他教學內容，甚至於提供中小學教師自行發展班級用形成性評鑑之工具，具延伸性效益。

五、參考文獻

- 莊智陵、王健華(民 90)。SPRT 電腦適性測驗對國中學生受測態度影響之初探。教學科技與媒體，58，13-25。
- Bunderson, V., Inouye, D., & Olson, J. (1989). The four generations of computerized educational measurement. In R. L. Linn (Ed.), *Educational measurement*. New York: Macmillan.
- Wald, A. (1947). *Sequential analysis*. New York: Wiley.
- Wang, A. C. (1992). An in-depth analysis of computer-based adaptive testing methods. Paper presented at the Annual Conference of the AECT, Hong-Kong.
- Weiss, D. J., & Kingsbury, G. G. (1984). Application of computerized adaptive testing to educational problems. *Journal of Educational Measurement*, 21, 361-375.
- Welch, R. & Frick, T. (1993). Computerized Adaptive Testing in Instructional Settings. *Educational Technology Research and Development*. 41(3). 47-62.

附表 1

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} =$$

- (a) 0 (b) 1 (c) $\frac{245}{12}$ (d) $\frac{255}{12}$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} -\frac{1}{x} =$$

- (a) $\frac{26}{5}$ (b) 0 (c) $\frac{26}{3}$ (d) 不存在

若 $f(x) = 9 - x^2$ ， x 在區間 $[-1, 3]$ 中則 $f(x)$ 極大值為

- (a) 8 (b) 9 (c) 5 (d) 0

假設 $f(x) = x^2 + 6x + 9$ ，則 $f'(x) =$

- (a) $x^2 + 6x$ (b) $2x + 6$ (c) $2x + 9$ (d) $6x + 9$

若 $f(x) = \frac{1+x^2}{9-x}$ ，則 $f(x)$ 為何種函數

- (a) 奇函數 (b) 偶函數 (c) 兩者都不是 (d) 兩者都是

若 $e^{x^2-3} = 5$ ，則 x 值為多少？

- (a) $\pm \sqrt{\ln 3 + \ln 5}$ (b) $\pm \sqrt{\ln 3 + 5}$ (c) $\pm \sqrt{3 + \ln 5}$ (d) $\pm \sqrt{3}$

若 $h(x) = (x - e^{-2x})^4$ ，則 $h(x)$ 的一次導函數為何？

- (a) $(x - e^{-2x})^3(1 + 2e^{-2x})$ (b) $4(x - e^{-2x})^3(1 - 2e^{-2x})$
(c) $4(x - e^{-2x})^3(1 + 2e^{-2x})$ (d) $4(x - e^{-2x})^3(1 + 2e^{2x})$

一個流行感冒的傳染速度為 $\frac{dN}{dt} 20 + 24\sqrt{t}$ ，且 $N(0) = 2$
求 $N(t)$ 為何？

- (a) $20t + 16t^{3/2} + c$ (b) $20t + 16t^{3/2}$
(c) $20t + 16t^{3/2} + 10$ (d) $20t + 16t^{3/2} + 2$

對於由 $f(x) = 2x + 5$ ， x 軸，及 $x = 0$ ， $x = 4$ 兩條所圍成的區域 R ，若利用將 $[0, 4]$ 區間分成 4 等份所形成之四個內接矩形的面積和為區域 R 的面積之近似？，則此近似值為

- (a) 32 (b) 30 (c) 28 (d) 64

設 $D(x) = 20 - 0.5x$ ，則在 $x_0 = 10$ 時的消費者剩餘為

- (a) 20 (b) 25 (c) 23 (d) 21

附表 2

u_id	u_name	u_dept	u_sex	u_correct	u_wrong	result	u_pm	u_pnm	u_alpha	u_beta	max_try
7491340241	數學系		1	2	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
8491340255	數學系		2	3	5	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
9491340555	數學系		1	2	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
10491340888	數學系		2	0	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
11491888888	數學系		1	1	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
13491341848	機電系		1	2	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
14491341654	機電系		2	1	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
16490340162	機電系		1	5	5	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
19491540777	數學系		1	1	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
21488150045	數學系		1	5	5	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
25491540020	數學系		1	0	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
26491540561	運管系		2	0	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
32491340047	機電系		1	21	10	0	0.85	0.6	0.05	0.05	30
33491340237	機電系		1	20	11	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
36491340179	機電系		1	11	7	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
39489030154	數學系		1	4	5	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
40489192244	數學系		1	1	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
42491340153	機電系		1	15	2	1	0.85	0.6	0.05	0.05	30
43491340161	機電系		1	2	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
44491341120	機電系		1	2	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
49691150113	數學系		1	1	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
50491340260	機電系		1	5	5	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
51491341896	機電系		1	8	6	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
52489342138	機電系		1	15	2	1	0.85	0.6	0.05	0.05	30
53488340646	機電系		1	1	4	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
55491340278	機電系		1	7	6	2	0.85	0.6	0.05	0.05	30
56491340336	機電系		1	24	7	0	0.85	0.6	0.05	0.05	30
57490313555	機電系		1	9	0	1	0.85	0.6	0.05	0.05	30
59491340096	機電系		1	24	7	0	0.85	0.6	0.05	0.05	30
60999999999	機電系		1	24	7	0	0.85	0.6	0.05	0.05	30
61999999998	數學系		1	21	10	0	0.85	0.6	0.05	0.05	30
62491340351	機電系		1	12	1	1	0.85	0.6	0.05	0.05	30
63999999994	機電系		1	17	3	1	0.85	0.6	0.05	0.05	30
64999999993	機電系		1	25	6	0	0.85	0.6	0.05	0.05	30
65491340070	機電系		1	15	2	1	0.85	0.6	0.05	0.05	30